

2009 年度 修士論文

ハンズフリー・アイズフリーな 個人嗜好型 Web 情報提示システム

Hands-free Eyes-free Web Information
Presentation System with User Preference

早稲田大学 大学院基幹理工学研究科 情報理工学専攻

Waseda University
Graduate School of Fundamental Science and Engineering

菅原 尚也

Naoya Sugahara

学籍番号 5108B066-8

提出日 2010 年 2 月 1 日

指導教員 白井 克彦 教授

目次

第1章 序論	1
1.1 はじめに	1
1.2 関連研究	2
1.3 本論文の構成	3
第2章 有益単文抽出手法	4
2.1 Web からの有益単文候補収集	4
2.2 SVM を用いた有益単文判別	4
2.2.1 素性の抽出	5
2.2.2 潜在的意味解析 (LSA)	7
2.2.3 適合フィードバック	7
第3章 有益単文抽出実験	9
3.1 Web からの有益単文候補収集	9
3.2 収集単文の評価	9
3.3 SVM による有益単文判別実験	12
3.3.1 単語素性による判別実験と結果	12
3.3.2 系列パターン考慮による判別実験と結果	12
3.4 SVM への適合フィードバック導入	13
3.5 考察	15
第4章 システム構築	16
4.1 有益単文スコアリング	16
4.2 システム構成	19
4.3 システムインターフェース	21
4.4 モバイル端末へのシステム実装	23
第5章 システム評価実験	25
5.1 既存システムの設定	25
5.2 実験環境	27
5.3 アンケートによる評価	30
5.4 システム評価実験結果	30
5.5 考察	33

第6章 結論	34
6.1 まとめ	34
6.2 今後について	35
付録A 有益単文評価用サイト	39
付録B システム評価アンケートシート	42

目 次

2.1	システムフロー図	5
2.2	Web からの有益単文候補収集	6
2.3	単文と系列パターンとの関係	6
2.4	適合フィードバックによる個人嗜好への特化	8
3.1	単文を収集した 147 店舗	10
3.2	適合フィードバックによる判別率推移	14
4.1	尤度に対する店舗距離による重み付け	17
4.2	有益単文スコアリングアルゴリズム	18
4.3	システム構成図	20
4.4	システムインターフェース	22
4.5	Type-U へのシステム実装	24
5.1	既存システムとしての iPhone	26
5.2	システム利用イメージ	28
5.3	システム利用デモ	29
1	有益単文評価サイト (初期画面)	40
2	有益単文評価サイト (評価中)	41
3	システム評価アンケートシート	43

表 目 次

3.1	有益単文・無益単文の例	11
3.2	単語素性による有益単文判別結果 (%)	13
3.3	系列パターン考慮による有益単文判別結果 (%)	13
5.1	システム評価実験結果	32

第1章 序論

1.1 はじめに

近年，Web上に広がる膨大な情報群からユーザの嗜好に合った情報を見つけ出し，これをユーザに提供する情報推薦技術が注目されている．Web履歴やユーザ登録情報などの解析により広告表示を行うことで，実際に売上アップなどの効果が出ている．これらの情報推薦は有用ではあるものの，Web上での推薦に限られており，インターネットを能動的に見ないと情報が得られない．一方，現実世界でも有益な情報推薦が求められており，またそれにより人々の日常生活の利便性向上へ貢献することができる．現実世界で取得可能なユーザの状況として，GPSによる位置情報を取得することが考えられる．ユーザの現在位置に応じて近くの店やレストラン等の情報を提示する研究も行われている．しかし，既存研究での情報提示はディスプレイ表示が主流であり，ユーザは提示毎に能動的にディスプレイへ目を通す必要がある．これは常に行動している人にとっては負担になる．ユーザに受動的に情報提示がなされ，負担軽減を実現しているシステムはこれまで存在しなかった．

そこで本研究では，ユーザの状況としてGPSによる位置情報を利用し，出力はWebから収集した有益な情報を単文で音声合成出力することで，入出力情報ともにハンズフリー・アイズフリーを実現した情報提示システムを提案する．提示情報として単文を利用することで短時間での音声合成出力が可能となり，アイズフリーで情報を取得するユーザにとって理解しやすいものとなる．ユーザにとって有益な情報を含む単文を提示するため，Support Vector Machine (以下，SVM[1])に基づく有益単文抽出を行う．また，提示された単文が有益か否かの判定をユーザが行い，その判定結果を学習データに反映させる適合フィードバックを導入することにより，システムを使い込むほど各ユーザの嗜好に特化した有益単文の提示を行う．

1.2 関連研究

竹内ら [2] は、オンラインショッピングサイト等で広く利用されている商品推薦の手法を実世界の買い物に適用し、それぞれのユーザの好みに合った店を推薦する機能をもった街案内システムを提案している。既存の街案内システムが提供するサービスはユーザの現在位置の近くにある店やレストラン等の情報を返すのみであり、ユーザの詳細な好みやニーズを自動的にくみ取り、各々のユーザに合わせた細やかなサービスを提供するシステムは存在しなかった。そこで、竹内らは各々のユーザの位置情報履歴を利用してユーザの好みに合った店の推薦を行うシステム、CityVoyager を提案している。システムがユーザの好みを知る過程では、新たに開発された place learning アルゴリズムが利用されている。place learning アルゴリズムは、ユーザがシステムを利用している地域に存在する店の一つひとつについて、その店をユーザが頻繁に訪れていると考えて妥当であるか否かを判定するものであり、出力は「ユーザがよく訪れる店の名前」となる。システムの評価実験により、店舗の推薦結果の有効性については統計的に有意な結果を得ることはできなかったものの、place learning アルゴリズムがユーザの行動を効果的に学習できることが分かり、システム全体のアプローチが、ユーザの好みに合った店の推薦を行う上で有効であることを十分に示唆していると結論付けている。

また、倉島ら [3] は、Blog から多くの人々が旅の目的としている「対象」と、個人の「体験」を街の話題語として抽出し、得られた語を地図上で提示するインタフェースを提案している。これにより、ユーザは今まで以上に効率よく Blog に反映されている個人の行動を把握することが可能となる。また、「体験」を示す語から Blog を参照することで、実体験に基づく情報と高い頻度で出会うことができる。街を歩く個人の姿が反映されたこのシステムは多くの人に街に関する発見をもたらすものであり、街に繰り出すきっかけづくりの場となると考えられる。提案手法では多くの人々が旅の目的としている「対象」を地名・ランドマークと助詞との共起に着目して抽出する。また個人の「体験」は、行為を意味する動詞とサ変名詞に着目して抽出する。このシステムでは街の話題語を地図インタフェース上で可視化し、眺めることができるようにしている。

これらはいずれも現実世界における情報推薦の研究であるが、出力はいずれもディスプレイ表示である。

1.3 本論文の構成

第2章では有益単文抽出手法について提案し，第3章では有益単文抽出実験について述べる．第4章ではシステム構築について，第5章ではシステム評価実験について述べる．最後に第6章にてまとめと今後について述べる．

第2章 有益単文抽出手法

提案システムの流れを図 2.1 に示す。本節では有益な情報を含む単文を Web から取得・判別する自然言語処理部の処理について述べる。

2.1 Web からの有益単文候補収集

本システムでは、Web クローラーを用いて有益単文候補となる単文群を収集する。Web からの有益単文候補収集フローを図 2.2 に示す。本研究では対象を飲食店情報に限定し、飲食店レビューサイトから単文および店舗住所情報の抽出を行う。Web クローラーを作成し、各レビュアーのコメントを抽出、さらにコメントを句点「。」で分割することで 1 レビュアーから複数の単文を得ることができる。

また、通常レビューサイトには各店舗の住所が載っている。そのため、住所や地名、駅名などの地理的情報を、緯度・経度の座標値に変換するジオコーディング技術を用いる事で各店舗の緯度・経度情報も取得することが可能となる。店舗の緯度・経度情報と GPS から取得したユーザの現在位置情報を比較することで、近くの店舗情報を提示することが可能となる。

2.2 SVM を用いた有益単文判別

SVM とは空間を超平面で分割することにより二つのクラスからなるデータを分類する二値分類器のことである。二つのクラスを正例と負例とすると、学習データにおける正例と負例のマージンを最大にする超平面を求め、それを用いて分類を行なう。通常は、学習データにおいてマージンの内部領域に少数の事例が含まれてもよいとする拡張 (ソフトマージン) や、超平面の線形の部分を非線形とする拡張 (カーネル関数の導入) などがなされたものが用いられる。本研究では SVM のツールとして LIBSVM[4] を使用した。

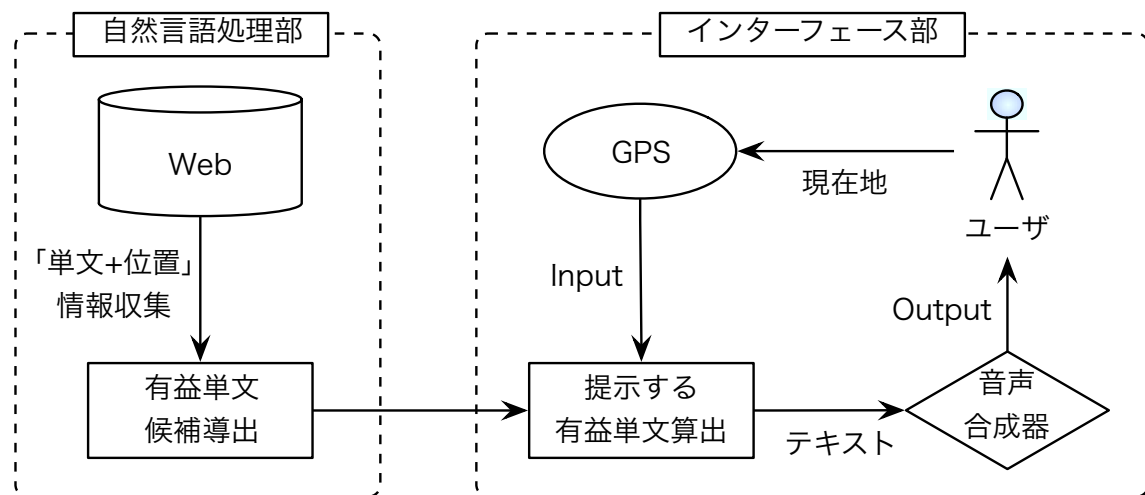


図 2.1: システムフロー図

2.2.1 素性の抽出

本研究では、特徴素性として従来手法である単語素性を使用する。具体的には

- 名詞
- 名詞+形容詞
- 名詞+形容詞+動詞

の3パターンについてそれぞれの判別精度を検証し、最も精度の良いものを素性として採用する。

さらに、従来手法である単語素性に加え、系列パターン素性利用による分類も試みる。系列パターンは、文中に出現する連続または非連続な単語列のパターンで、図2.3に示すように隣接していない2つ以上のアイテムの間の系列が多様であってもパターンを抽出できる。この性質から、連続な単語列のパターンしか抽出できない n-gram では得られない言い回しや慣用的な表現、文中で離れて共起する単語などの情報を得ることができる。単文からの系列パターンの抽出には PrefixSpan[6] アルゴリズムを用いて行った。

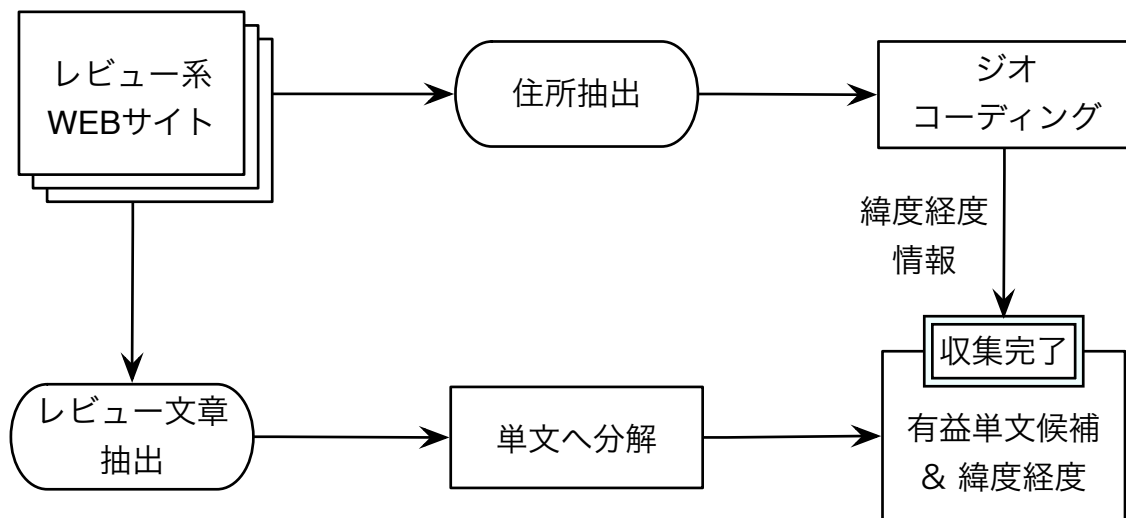


図 2.2: Web からの有益単文候補収集

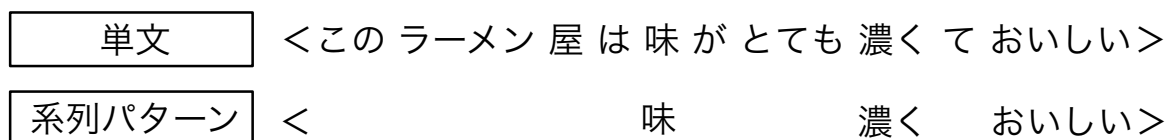


図 2.3: 単文と系列パターンの関係

2.2.2 潜在的意味解析 (LSA)

自然言語処理における次元削除手法と単語類義性考慮の手法として、潜在的意味解析 (Latent Semantic Analysis, LSA)[5] がある。本研究では単文からなる単語文書行列に対して LSA を行うことにより、より精度の高い学習器の構築を行う。

LSA では文書単語行列に対して階数を低減した近似を行う。 $M \times N$ 行列 A に対して特異値分解を行うと次のような行列 U, Σ, V という 3 つの行列に一意に分解することができる。(ただし, $\text{rank}(A)=r$ のとき, $U : M \times r, \Sigma : r \times r, V : N \times r$)

$$A = U \Sigma V^T \quad (2.1)$$

ここで、上位 k 個の大きな特異値だけを使って再構成された行列を $A_k = U_k \Sigma_k V_k^T$ で表わすと、 A_k は階数 k の行列の中で A の最も良い近似となっている。

k 番目の主成分方向への分散の大きさは λ_k で表され、 $\lambda_k / \sum_i^r \lambda_i$ を寄与率と呼ぶ。この寄与率を $1, \dots, k$ 番目までの総和をとったものを累積寄与率と呼ぶ。累積寄与率は、元の行列の情報をどの程度保持しているかを表す。

このように、誤差を最小に保ったまま行列の rank を削減することによって、より関連の強い単語ベクトルが同次元に縮退され、類似した値に近似されることが期待できる。

2.2.3 適合フィードバック

有益単文判別を行うための SVM 学習データとして、大量の有益単文・無益単文の評価済みデータが必要となる。これを人手により作成する際、1 人で大量の単文評価を行うには負担が大きいため複数人による評価済みデータの収集が現実的である。これにより汎用的な学習モデルを構築することができ、初めてシステムを利用するユーザに対してもある程度の判別率で有益単文を提示することが可能となる。

しかし、汎用的な学習モデルでは嗜好の異なる各ユーザに対して適切な有益単文を提示することはできない。そこで、各ユーザに適切な情報提示を行うためにはシステムを利用したユーザが提示された単文を評価し、その結果を基に学習データを修正していく必要がある。このような仕組みは適合フィードバックと呼ばれている。概要を図 2.4 に示す。

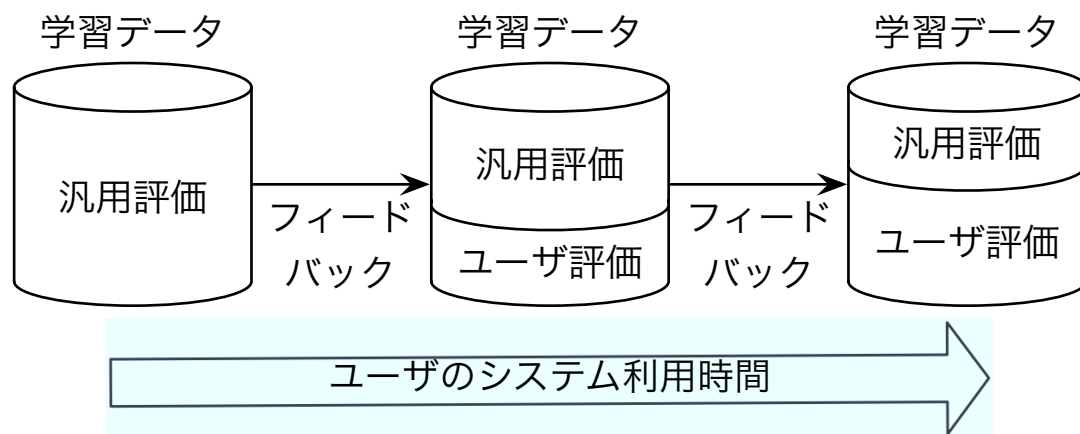


図 2.4: 適合フィードバックによる個人嗜好への特化

ユーザはシステムを利用し、提示された単文に対して有益無益の判別を行う。汎用的学習データの各単文の評価とユーザが実際に判断した評価が異なる場合、該当データの評価をユーザが判別した評価に置き換える。これを繰り返すことで、学習データの評価付けの大部分がそのユーザによって行われることとなる。

これにより、システムをユーザが使い込めば使い込むほど、そのユーザの判別基準を組み込んだ学習モデルが構築されるため、ユーザの嗜好に特化した情報提示が行われることになる。

第3章 有益単文抽出実験

データ収集およびSVMによる有益単文判別が有効に働くかを確認することを目的として予備実験を行った。

本実験は以下の手順にしたがって行った。

1. Webからの有益単文候補収集
2. 収集単文の人手による評価
3. SVMによる有益単文判別の学習モデル構築および構築モデルに基づく有益単文提示
4. 適合フィードバック導入における効果の評価

以下、各段階について詳細に述べる。

3.1 Webからの有益単文候補収集

提示情報を飲食店情報に限定するため、本実験ではデータとしてlivedoorグルメ [7] に対してクローラーを走らせ西早稲田駅から周辺500メートル以内、147店舗から2154組の「単文+店舗位置情報」を収集した。147店舗の位置情報を図3.1に示す。図に示すように、大通りにレビューの存在する飲食店は集中している。

3.2 収集単文の評価

収集した2154単文に対し、学生20名が分担して人手による評価を主観的に行った。2154単文のうち、有益と評価されたものは1132単文、無益と評価されたものは1022単文であった。有益単文、無益単文とそれぞれ評価された単文の例を表3.1に示す。また、評価を行うために用いたサイトについては付録Aにて述べる。



図 3.1: 単文を収集した 147 店舗

それぞれの単文の特徴を分析すると、飲食店の味付けや雰囲気、値段の善し悪しについて述べているものが有益単文として評価されている。一方で、店の位置情報や具体性のない感想、入店した理由などは無益単文として評価されている。これより飲食店についてのレビュアーの主観的な感想が有益と判断され、普遍的な情報や店舗情報に直接関係のない情報は無益と判断される傾向がある。なお、これはあくまで汎用的な評価データであり、個人によって有益・無益の判断基準は異なるので、そこは後で述べる適合フィードバックによりチューニングを行う。

表 3.1: 有益単文・無益単文の例

有益単文	<ul style="list-style-type: none">・ オイスターソースが控えめなあっさりした味付け・ お酒はボトル入れちゃったほうが長く安く楽しめると思います・ 麺の量が多めでご飯物，かなりお腹が一杯になりました。・ 本格派とは言えない辛さで，辛さ増しに 100 円はは取り過ぎだと思います・ 蒸し鶏はちょうど良い歯ごたえに調理され，脂身も程よくカットされています・ 僕はパクチーが好きなので，一味利いたピリ辛のタレはクセになります・ 麺が太いのから細いのが選べるのがうれしいですが麺がくっついていたのが残念
無益単文	<ul style="list-style-type: none">・ でも魅力を感じるラーメンではありませんでした・ 繁華街の端のほう，「ちょっと寂しくなって来たかな？」というぐらいの所にある店です・ このラーメン屋は近所にあって，鰹節の匂いに誘われて入店したのが初めてだった・ ハタチ位の時、馬場の一風堂へ行く途中に，旦那が，「やっぱり今日はここにしよう」・ こういうセールで行ってしまうと，通常料金では行く気がそがれてしまいます・ この店を訪れたのは 2005 年のクリスマスイブの夜，午前 1 時・ 私が退店するのとすれ違いに老夫婦がお店へ入っていきました

3.3 SVM による有益単文判別実験

3.3.1 単語素性による判別実験と結果

単語素性として、「1. 名詞」「2. 名詞+形容詞」「3. 名詞+形容詞+動詞」のそれぞれについて学習モデルを構築し、どのような品詞を特徴素性として選択するのが適切かを評価した。

収集した 2154 単文に対して上記の 3 パターンの特徴量抽出を行い、4-fold cross-validation を行い有益単文の判別率を求めた。スコアは単語出現の有無をみて、該当単語が存在すれば 1、存在しなければ 0 とした。なお、単文からなる単語文書行列に対して LSA を行い、累積寄与率を 70~90% で変化させた判別率も算出した。これらの判別率を表 3.2 に示す。

結果を見ると、「名詞+形容詞」の組合せが全体的に判別率が良く、そのなかでも LSA を行い累積寄与率 80% とした時が最も判別率が高いことが分かった。感想などを表わす形容詞は重要な素性となることが理由であると考えられる。一方で動詞は汎用的に使用されるため、素性として追加すると学習効率が落ちてしまうと考えられる。また LSA によるノイズ削除により多少判別率が上昇していることが分かる。

3.3.2 系列パターン考慮による判別実験と結果

単語素性に加え、新たな特徴量として系列パターンの導入を行う。前節にて単語素性は「名詞+形容詞」が最も有効であったため、これに系列パターンを追加して評価を行った。

単語の出現パターン素性として全 2154 単文中で ms 数 (minimum support 数, 最小頻度数) が 7 と 10 の 2 パターンについて系列パターンを抽出し、素性として用いた。どちらもアイテム数は 2 以上である。系列に取り上げる単語数をアイテム数とする。より厳密に判別率を測定するため、同一の学習データ 1615 単文を用いて同一のテストデータ 500 単文に対して判別を行った。これらの判別率を表 3.3 に示す。

結果を見ると、累積寄与率により多少のばらつきはあるものの全体的に「系列パターン (ms 数 7)」の場合が最も判別率が高いことが分かる。これより、系列パターンの導入は有効であるが、ms 数を大きくして出現パターンを絞ってしまうとあまり素性として有効に働かなくなってしまうため、適切な ms 数を定めていくことが大切となる。

表 3.2: 単語素性による有益単文判別結果 (%)

	Normal	LSA (90%)	LSA (80%)	LSA (70%)
名詞	60.9	61.3	62.9	61.0
名詞+形容	62.4	60.2	63.7	62.1
名詞+形容詞+動詞	61.3	61.3	62.0	60.5

表 3.3: 系列パターン考慮による有益単文判別結果 (%)

	Normal	LSA (90%)	LSA (80%)	LSA (70%)
名+形	62.7	62.7	63.1	62.7
名+形+系列 ms7	64.9	63.9	62.7	61.5
名+形+系列 ms10	63.3	62.7	62.7	63.1

3.4 SVM への適合フィードバック導入

単語素性+系列パターンにより、有益単文か否かを約 65%ほどの精度で判別できることが分かった。大量の学習データを用意するために複数人から収集した評価データを用いたため、評価基準が統一されておらず、現状では判別精度もあまり高くない。そこで、ユーザの評価を基に学習データを修正していく適合フィードバックの導入を行い、その有効性を検証した。

20 代男子学生 1 名に被験者となってもらい、収集した 2154 単文から無作為に選んだテストデータ 500 単文すべてに対して有益、無益の判別を行ってもらった。学習データには残りの 1654 単文を用いた。この学習データは複数人により評価付けされた汎用的データであるが、これに対しても被験者に 100 単文ずつ評価をしてもらい、100 単文フィードバックするごとに学習モデルを再構築し判別率を算出した。この適合フィードバックによる判別率推移を図 3.2 に示す。

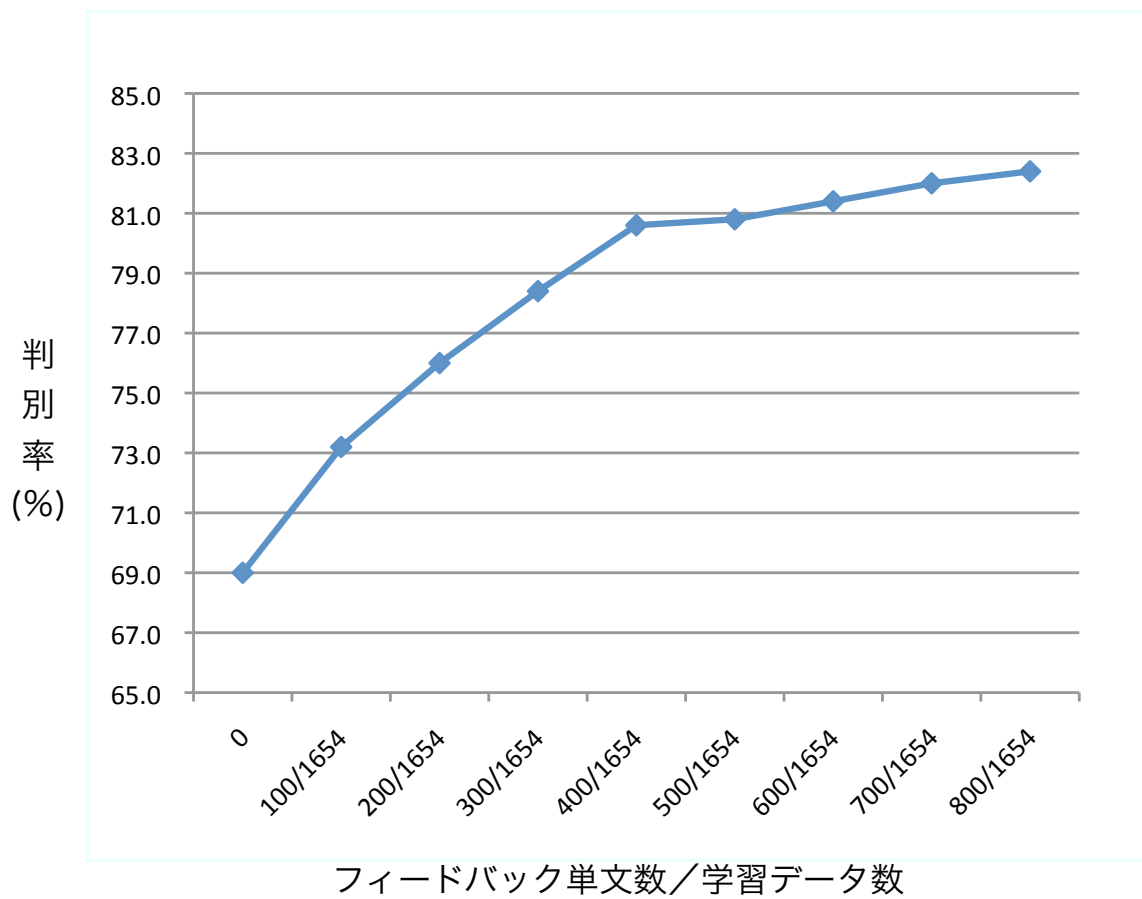


図 3.2: 適合フィードバックによる判別率推移

3.5 考察

SVM 学習による有益単文の判別および適合フィードバックの導入を検証した。単文においても単語素性や系列パターンを用いることで、汎用的な学習モデルにおいて約 65% の判別率を得ることができた。

また、前節の結果より、フィードバック単文数を増やすことによって順調に判別精度は上昇している。これより、適合フィードバックによる SVM 学習は単文に対しても有効に働いていることが分かる。学習データの 3 分の 1 から 2 分の 1 ほどのデータをフィードバックすることで判別率も 80% 強となり、実用性が出てくる。フィードバックを続けていくことにより、ユーザの判断基準が学習データに反映された上で学習モデルが構築されるため、十分にフィードバックを行う事で個人嗜好に特化した有益単文提示が可能となる。

第4章 システム構築

提案するハンズフリー・アイズフリーな Web 情報提示システムの設計指針について述べる。

4.1 有益単文スコアリング

これまで、各単文が有益か無益かの 2 値判別を行う学習モデルの構築および評価を行ってきた。しかし、システムでは複数の単文の中から最も提示するに値する単文を 1 つ算出する必要があり、これまでの 2 値判別だけでは有益単文群のなかから 1 つを選び出すことができない。そこで、単文に対してスコアリングを行い、有益単文のなかでも提示優先度を決定していく。スコアリングにおける指標として

1. SVM 識別における尤度
2. 店舗とユーザ現在位置間の距離

の 2 つを用いる。

SVM では判別関数 $f(x)$ によって 2 値判別を行っている。 $f(x)$ は判別スコア ($\langle w \cdot x_i \rangle + b$) の正負から 2 値を出力している。したがって、この判別スコアを用いることによってどの程度の尤度で判別されたかを取得することができる。

また、ユーザの現在位置から近い店舗の情報ほど重要度は高くなる。たとえ判別スコアが高くても、ユーザの現在地から遠い店舗の情報を提示されてもユーザにとって有益とは言いがたい。

これらを踏まえ、提案システムでは SVM 識別における判別スコアに対し、店舗距離の逆数にて重み付けしたものを有益単文のスコアとして採用する。これにより、尤度が高くかつ距離の近い店舗に対しての情報が提示される。

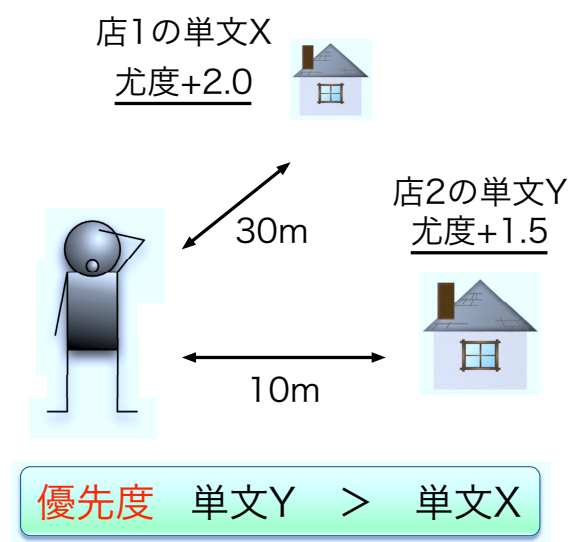


図 4.1: 尤度に対する店舗距離による重み付け

GPS による位置情報からその場所に最も適した有益単文を出力するアルゴリズムを図 4.1 に示す。また、具体例を図 4.1 に示す。推薦候補となる店舗 1 と店舗 2 があったとし、それぞれの有益単文の尤度が+2.0 と+1.5 であったとする。尤度のみを指標に用いれば店舗 1 の単文 X が提示されることになるが、本アルゴリズムでは距離による重み付けを行う。したがって、単文 X の優先度スコアは $2.0 / \log(30 + e) = 0.573$ 、単文 Y の優先度スコアは $1.5 / \log(10 + e) = 0.590$ となることより、優先度スコアの高い単文 Y が提示されることとなる。

$s \Rightarrow$ 単文特微量, $l \Rightarrow$ 現在地と店舗との距離 (m)

提示単文最尤推定:

$$\hat{s} = \underset{s,l}{\operatorname{argmax}} Z(s,l) = \underset{s,l}{\operatorname{argmax}} F(s) / \log(l+e)$$

判別スコア算出関数:

$$F(s) = \langle w \cdot x_i \rangle + b$$

$$\min_{w,b} \quad \langle w \cdot w \rangle$$

$$s.t. \quad y_i(\langle w \cdot x_i \rangle + b) \geq 1,$$

$$i = 1, \dots, l.$$

カーネル関数: Gaussian Kernel

$$K(x_i, x_j) = \langle \phi(x_i) \cdot \phi(x_j) \rangle = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2)$$

図 4.2: 有益単文スコアリングアルゴリズム

4.2 システム構成

SVM 学習モデルによって毎単文ごとに判別スコアを行うには計算コストがかかり、リアルタイムでの情報提示が困難となる。そこで提案システムでは、SVM 学習モデルにて予めすべての単文に対して判別スコア算出を行い、データベースに格納しておく。システムはデータベースに格納された判別スコアと、店舗距離重み付けによる有益単文スコアリングを行い、最も優先度の高いスコアを持つ単文をユーザに提示していくものとする、これにより、計算コストを省き、リアルタイム処理が可能となる。

また、学習データとして複数人から収集した汎用的評価済みDBの他に、フィードバックDBも用意している。ユーザがシステムを利用し提示された単文を評価していくと、ユーザ情報・フィードバック情報が格納されていく。これによりフィードバック情報を持っているユーザに対しては個人に特化した学習モデルが、システム初使用のユーザに対しては汎用的学習モデルが構築されていく。

音声合成部は漢字かな混じりのテキスト文章を音声合成により読み上げる機能を持ったSofTalk[8]を用いて実装した。提案システムの構成を図4.3に示す。

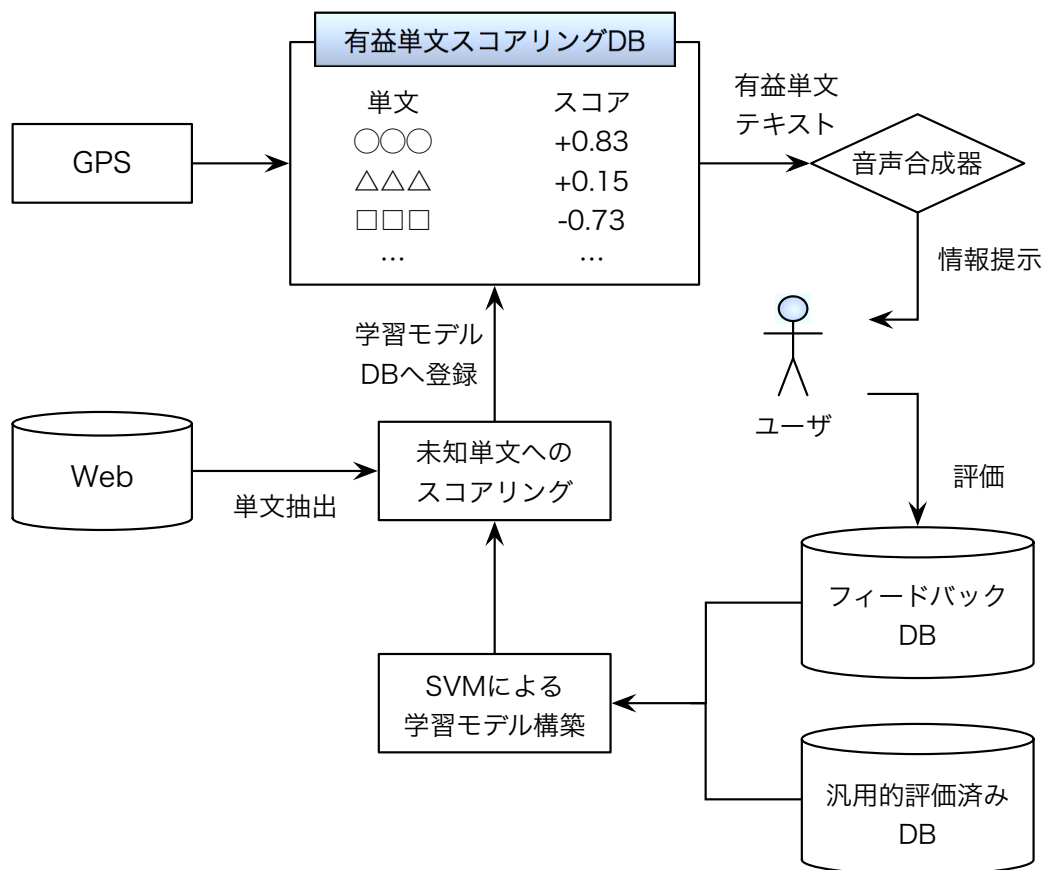


図 4.3: システム構成図

4.3 システムインターフェース

システムのインターフェースを図 4.4 に示す。使用前にフィードバックに登録しておくためのユーザ情報登録や提示情報のジャンル選択などを行う。

ユーザ名を予め入力しておく、その名前に関連付けられたフィードバック DB が構築される。したがって、ユーザがシステムを使う際にはそのユーザ名に対応するフィードバック DB の有無をチェックし、存在しなければ新規に構築、存在していればその中に存在する評価付け単文データを学習モデルに反映させることで、そのユーザの嗜好に特化した情報提示を行う。ジャンル選択においても、チェックボックスにより選択されたジャンルと各単文のジャンルを比較し、選択されたジャンルの単文のみ提示候補とする。これらの初期情報入力操作は十数秒で完了することができ、特にユーザの負担となることはない。

提案システムはハンズフリー・アイズフリーなため使用中はディスプレイ表示を必要としないが、現在位置情報や提示単文のテキスト情報、店の位置情報を載せておくことで、より詳細な情報をディスプレイからも確認することを可能としている。



図 4.4: システムインターフェース

4.4 モバイル端末へのシステム実装

本研究では、外部でのシステム評価実験を行うため、モバイル端末 Type-U への実装を行った。端末の外観を図 4.5 に示す。OS は Windows Vista, 開発言語は Java, Python, データベースは SQLite である。Bluetooth による GPS ユニットとして VGP-BGU1 を使用している。音声合成器には SoFTalk を使用している。

システムの大部分は Java により構築しており、GPS による Bluetooth 通信の部分のみを Python のソケット通信機能を用いて処理している。Java の外部プロセス呼び出し機能により SoFTalk を利用している。

現状の Type-U では大きく持ち運びが大変であるが、今後 iPhone や Android などのスマートフォンへの移植が期待できる。スマートフォンには GPS が搭載されており、GPS ソケットを用いる必要がない。特に Android の開発環境は Java であり、今回用いたコードの大部分がそのまま流用できる。

今後、スマートフォン上での実装を目指していく。



図 4.5: Type-U へのシステム実装

第5章 システム評価実験

提案システムを実装し，評価実験を行った．評価実験では，提案システムのユーザビリティ評価を目的とし，既存システムに比べて有用であることを示す．

5.1 既存システムの設定

評価実験を行うためには既存システムとの比較評価が必要となるが，提案システムのようなハンズフリー・アイズフリーの類似システムは存在していない．そこで，本実験では「iPhone+GoogleMap」による情報検索を既存システムとして用いた．

モバイル端末である iPhone には GPS が組み込まれており，移動しながらの情報検索も可能である．被験者には能動的に情報入力をしてもらい，周辺の飲食店情報を調べてもらう．これにより，ハンズフリー・アイズフリーで受動的に情報を受け取ることができる提案システムとの比較を行う．

iPhone+GoogleMap のイメージを図 5.1 に示す．iPhone の GoogleMap では，検索欄にキーワードを入力すると，それに該当した店舗の位置が赤いピンマークにてマッピングされる．さらにそれをクリックすることで，店舗の電話番号や住所，および Web ページなどが表示される．店舗の Web ページへと進むことで，どのような飲食店であるかの情報を得る事が可能となる．



図 5.1: 既存システムとしての iPhone

5.2 実験環境

予備実験において西早稲田周辺の飲食店情報についてデータ収集を行ったため、評価実験においては早稲田通りも実験場所とした。

被験者は20代男性8名・20代女性5名の計13名であり、提案システムを搭載したモバイルPCを用いて、早稲田通り約500メートルを歩いてもらった。提案システムはハンズフリー・アイズフリーのため、被験者は特別な操作をする必要がなく、イヤホンから音声合成による情報提示を受動的に聞くだけである。

音声合成により出力される情報には早稲田通りに溢れる飲食店の味や値段、雰囲気などの感想が豊富に含まれ、被験者は提案システムから負担なくそれらの情報を享受することができる。システムの利用イメージを図5.2に示す。また、実写でのシステム利用デモの風景を図5.3に示す。

また、既存システムの評価も行うため、同じ被験者に同じルートをiPhoneを用いて歩いてもらった。こちらはGoogleMapにて「飲食店」「ラーメン」などのキーワードを随時入力してもらい、ディスプレイを眺める事で情報を受け取る。

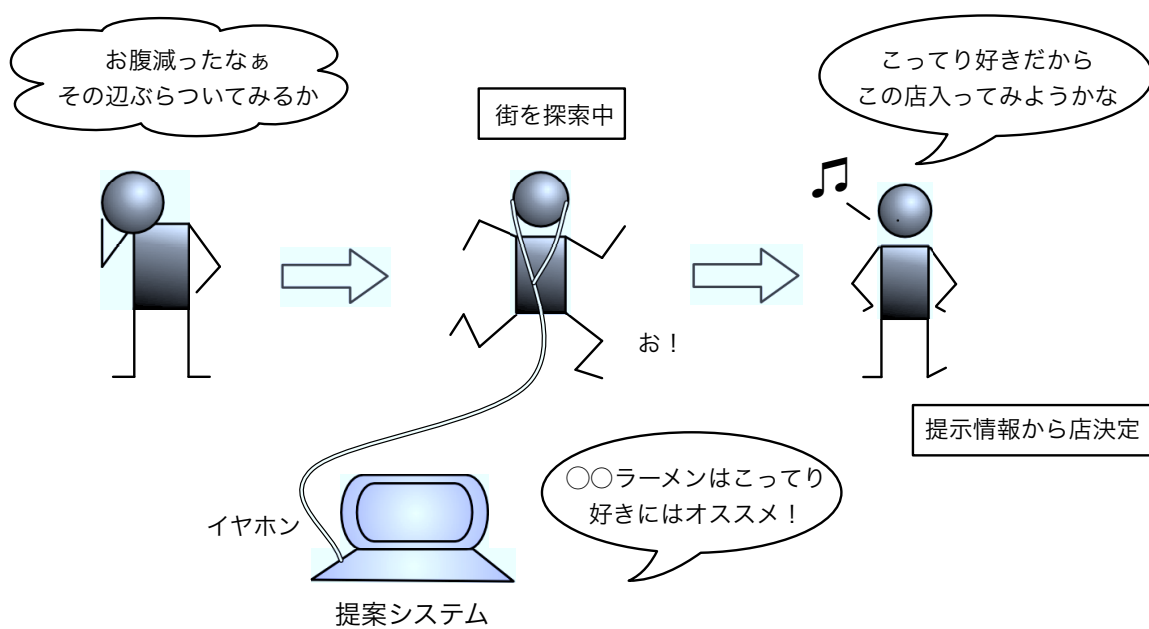


図 5.2: システム利用イメージ

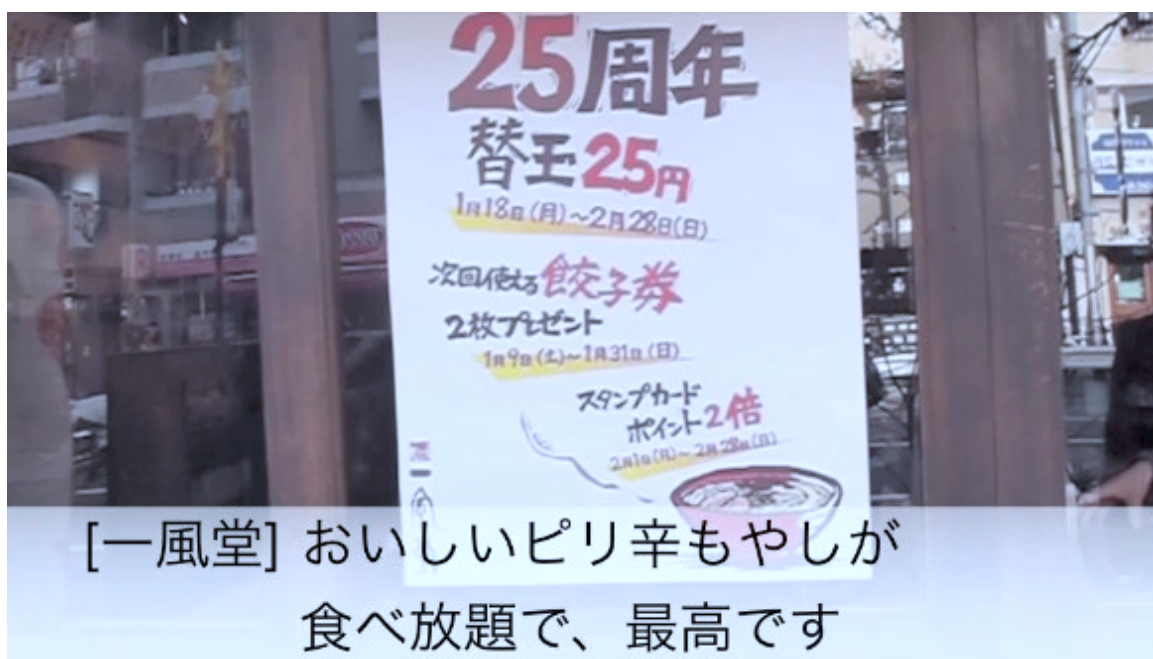


図 5.3: システム利用デモ

5.3 アンケートによる評価

システムの面白さや提示される情報の質について既存システム・提案システムともに評価を行った。

アンケート項目は、次の4項目である。

- ・評価項目 1: 有益な情報が十分に提示されたか
- ・評価項目 2: 意外性／面白い情報が提示されたか
- ・評価項目 3: システムの操作性
- ・評価項目 4: システム満足度

評価形式は5段階評価のアンケート形式であるが、評価尺度を統一するため、下記のよう
に尺度の提示をした。

- 5-十分に提示された(とても満足であった)
- 4-まあまあ提示された(満足であった)
- 3-普通
- 2-あまり提示されなかった(満足できなかった)
- 1-全然提示されなかった(全然満足できなかった)

また、実験中に提示された単文に対して有益か無益かの評価をしてもらい、提示単文全体における有益率も算出した。その他、参考意見をもらうために自由記述欄を設け、提案システムへの感想を書いてもらった。アンケート用紙などの詳細は付録Bにて述べる。

5.4 システム評価実験結果

アンケートによる評価実験の結果を表5.1に示す。

評価結果の平均を見ると評価項目4つ全てにおいて既存システムを上回っていることが分かった。また、Wilcoxon 検定においても1%有意水準で統計的に提案システムの優位性を示すことができた。

自由記述欄でのシステムに対する感想として意見の多かったものを挙げると、良かった点としては

- 未知の情報が入手しやすい
- 目的が明確に決まっていなくて、後押ししてるツールである

- アイズフリーは便利，ながら行動でも使える
- 勝手に近くの店の情報を教えてくれる

といったものがあつた．一方で，良くなかった点として

- 聞き逃しが発生する
- 提示された店が見つからないと探すことに夢中になってしまう
- 音声に抑揚がなく，聞き取りにくい
- 長い単文が存在してわかりにくい

などがあつた．

これらの結果を論文にまとめ，DEIM Forum 2010 へ投稿を行った [9]．2010 年 3 月に発表予定である．

表 5.1: システム評価実験結果

被験者 番号	評価 1		評価 2		評価 3		評価 4		有益単文 率 (%)
	提	既	提	既	提	既	提	既	
1	4	3	4	3	5	2	4	3	72.7
2	4	2	5	1	5	4	5	3	86.7
3	4	2	4	2	4	4	3	3	72.7
4	4	2	5	1	4	4	4	2	87.5
5	4	2	5	1	3	2	4	2	45.5
6	4	2	4	2	4	4	4	3	75.0
7	4	4	3	1	5	3	4	3	81.8
8	4	4	5	2	5	3	4	2	75.0
9	4	2	5	3	5	3	4	3	73.3
10	4	2	3	1	4	4	4	2	72.7
11	4	2	4	1	5	1	4	3	68.8
12	4	2	4	2	5	4	5	4	86.7
13	3	1	2	1	4	1	1	1	81.8
平均	3.9	2.3	4.1	1.6	4.5	3.0	3.8	2.6	75.4

5.5 考察

評価項目全てにおいて優位性を示すことができたことから新たな情報提示システムとしての有効性を示すことができた。

特に「操作性」の項目において高評価であったことからユーザに対する負担軽減に効果があることが分かる。

提示単文における有益単文率は約75%であり、ある程度の有益単文提示が行われているが、ユーザがシステムを使い込むことでさらに高い有益単文率になることが期待できる。

以上より、提案システムは従来の能動的かつディスプレイなどに表示するタイプの情報提示システムとは違った視点を与えることが出来たといえる。

第6章 結論

6.1 まとめ

本研究では、ユーザに負担の少ない情報提示システムを構築するために GPS による位置情報を利用し有益な情報を提示する単文を音声合成出力することによる入出力情報ともにハンズフリー・アイズフリーを実現した情報提示システムを提案した。

まず最初に Web に広がる膨大な情報群からユーザに有益な単文を取得するために SVM による判別を試みた。人手により予め有益・無益と判別された学習データを用いてモデル構築をすることにより、65%の判別率を得た。さらに、ユーザがシステムから提示された単文に対して再評価を行い学習データへフィードバックすることで80%超えの判別率を得ることができた。これにより、SVMによる判別は単文に対しても有効に働くことが分かった。

次に、これらの自然言語処理を組み込んだシステムをモバイル端末 Type-U へと組み込んだ。システムでは SVM の尤度に対して店舗への距離で重み付けすることによって有益単文群においても適切な優先度をつけている。ハンズフリーを実現するために GPS ソケットからの緯度経度情報を Bluetooth により取得している。アイズフリーを実現するために音声合成器 SoFTalk を用いて単文の音声出力を行っている。

このシステムを用いて外部でのシステム評価実験を行った。比較するための既存システムとしては iPhone+GoogleMap を用いた。4項目について5段階評価によるアンケートを行ったところ、すべての項目にて既存システムを上回る結果となり、また統計的にも有意差があった。

以上のことから、提案システムは従来の能動的かつディスプレイなどに表示するタイプの情報提示システムとは違った視点を与えることが出来たといえる。

6.2 今後について

本論文では提案システムは既存システムに対しての優位性を示し、新たな情報提示システムの可能性を示した。しかしながら、システム評価実験における自由記述欄に見受けられたように、音声の聞き逃しや聞き取りづらさ、店舗位置の把握のしづらさについては解決できていない。これらの対策として、聞き逃しに対してはディスプレイでのテキスト表示を行う、店舗位置の把握に対してはディスプレイ上の地図にマッピングをすることでカバーできる。よって、完全なアイズフリーに固執することなく、場合によってはディスプレイを見てもらう事を検討する必要がある。音声合成によるアイズフリーと従来のディスプレイ表示のトレードオフを行い、ユーザビリティの向上を目指すことも必要である。

入力情報に関して、提案システムではGPSによるユーザの現在位置情報のみとなっている。モバイル端末はWeb検索情報や移動情報など日々ユーザの行動記録が蓄積されていく。そこで、今後の方向性としてはモバイル端末に残されているユーザの行動履歴を入力情報として用いることで、よりユーザの嗜好に特化した情報提示が可能であると考えられる。たとえば、あるユーザが飲食店としてラーメン屋を検索する傾向が多ければ、ユーザはラーメンが好みであると判断でき、ラーメン屋の情報を優先的に提示することでよりユーザにとって有益なシステムとなる。

また、今回の入力情報はユーザの現在地のみしか取得しておらず、ユーザの移動方向などは考慮していない。そのため、通り過ぎた店舗に対して情報提示が行われてしまうといった欠点がある。そこで、各時間ごとの位置情報を保持しておきユーザの移動方向を予測しておく必要がある。これにより進行方向の店舗を適切に推薦でき、よりユーザビリティの高いものとなる。

今回は街中での飲食店情報提示システムを実装したが、本システムは様々なシチュエーションにおいて活躍が期待できる。たとえば博物館にこのシステムを持ち込めば、入館者は手ぶらのまま館内を歩き回り、展示物に近づくと音声合成による情報提示を受けることができる。また、入館者がこれまで歩いて来た経路を保持しておき、そこから入館者の好みを把握しておくことで、同じ展示物に対しても違った視点からの説明を行うことができ、ユーザの満足度を満たすことが可能となる。

これらのように、本論文での提案システムにはいくつかの改善案があり、多方面への応

用が期待できる。今後、上記要件を満たしたシステムを実装し、外部でのシステム評価実験を繰り返していく事で、よりユーザビリティの高いシステムを構築していく必要がある。

参考文献

- [1] C. Cortes and V. Vapnik, “Support-Vector Networks,” Machine Learning, Vol. 20, pp.273-297, 1995.
- [2] 竹内 雄一郎, 杉本 雅則, “位置情報履歴を利用したユーザアダプティブな街案内システム,” 電子情報通信学会論文誌, D Vol. J90-D No.11 pp.2981-2988, 2007.
- [3] 倉持 健, 手塚 太郎, 田中 克己, “Blog からの街の話題抽出手法の提案,” データ工学ワークショップ論文集, DEWS2005 2C-i10.
- [4] LIBSVM, <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>
- [5] S. Deerwester, S. T. Dumais, G. W. Furnas, T. K. Landauer, R. Harshman, “Indexing by Latent Semantic Analysis,” Journal of the Society for Information Science, 41(6), 391-407, Jan. 2001.
- [6] J. Pei, J. Han, B. Mortazavi-Asl, H. Pinto, Q. Chen, U. Dayal, and M. Hsu, “PrefixSpan: Mining Sequential Patterns Efficiently by Prefix-Projected Pattern Growth,” Proc. 17th Int. Conf. Data Engineering(ICDE), IEEE Press, pp.215-224, 2001.
- [7] livedoor グルメ, <http://gourmet.livedoor.com/>
- [8] SofTalk, <http://cncc.hp.infoseek.co.jp/>
- [9] 菅原 尚也, 久保 陽太郎, 樽松 明, 白井 克彦, “ハンズフリー・アイズフリーな個人嗜好特化型 Web 情報提示システム,” DEIM Forum 2010 (3 月発表予定).
- [10] 奥 健太, 中島 伸介, 宮崎 純, 植村 俊亮, “Context-Aware SVM に基づく状況依存型情報推薦方式の提案,” 電子情報通信学会, DEW2006 1A-oi2.

-
- [11] 安随 晋太郎, 福田 聡, 濱崎 雅弘, 大向 一輝, 武田 英明, 山口 高平, “オントロジーに基づく携帯情報端末用レコメンデーションの構築,” 人工知能学会全国大会, J SAI 2005.
- [12] 工藤 拓, 松本 裕治, “系列パターンマイニングを用いた有効な素性の組み合わせの発見,” 情報処理学会研究報告, 自然言語処理研究会報告, IPSJ SIG Notes pp.147-154, 2003
- [13] 松本 翔太郎, 高村 大地, 奥村 学, “単語の系列及び依存木を用いた評価文書の自動分類,” 第3回情報科学技術フォーラム (FIT 2004) 講演論文集, 2004 第2分冊 pp.213-214, 2004
- [14] 山田 誠二, 小野田 崇, “適合フィードバックによる文書検索,” 日本化学情報化学部会誌, Vol 21 No.2 p.32, Apr 2003.
- [15] Toby Segaran (著), 當山 仁健 (翻訳), 鴨澤 眞夫 (翻訳), “集合知プログラミング,” オライリージャパン.

付録 A 有益単文評価用サイト

本論文では、Web から収集した 2154 単文に対してそれぞれが有益であるか、無益であるかを人手により評価付けを行った。膨大な量があるため必然的に十数名の被験者に評価付けを依頼する必要がある。十数名の被験者が好きな時間、好きな場所で評価付けを行うことができるように有益単文評価用のサイト構築を行った。これにより被験者の負担を軽減することが可能となる。

評価用サイトの初期画面を図 1 に示す。2154 単文に ID を付けた上で 100 単文ごとにグループ化を行い、各被験者には好きな 100 単文グループの評価をしてもらう。好きなグループを選択すると、単文出力欄に単文が現れる。その単文が有益か否かを被験者は判断し、「有益な情報」「いらない情報」のボタンをクリックするとその結果がメール送信用フォームに記録される。

被験者はこれを繰り返し、100 単文の評価付けが終わった時点で送信用フォームに記録されたデータをメール送信すれば完了である。評価中の画面を図 2 に示す。

まずは説明書をどうぞ

【出力番号入力】

[キーワード]

☐ 0001～0100 ☐ 0101～0200 ☐ 0201～0300 ☐ 0301～0400
☐ 0401～0500 ☐ 0501～0600 ☐ 0601～0700 ☐ 0701～0800
☐ 0801～0900 ☐ 0901～1000 ☐ 1001～1100 ☐ 1101～1200
☐ 1201～1305

[非キーワード]

☐ 0001～0100 ☐ 0101～0200 ☐ 0201～0300 ☐ 0301～0400
☐ 0401～0500 ☐ 0501～0600 ☐ 0601～0700 ☐ 0701～0800
☐ 0801～0849

【単文出力】 回答数:0個

【メール送信コピペ用フォーム】

宛先: nao@shirai.cs.waseda.ac.jp
件名: [exp]単文評価実験

図 1: 有益単文評価サイト (初期画面)

まずは説明書をどうぞ

【出力番号入力】

[キーワード]

☐ 0001～0100 ☒ 0101～0200 ☐ 0201～0300 ☐ 0301～0400
☐ 0401～0500 ☐ 0501～0600 ☐ 0601～0700 ☐ 0701～0800
☐ 0801～0900 ☐ 0901～1000 ☐ 1001～1100 ☐ 1101～1200
☐ 1201～1305

[非キーワード]

☐ 0001～0100 ☐ 0101～0200 ☐ 0201～0300 ☐ 0301～0400
☐ 0401～0500 ☐ 0501～0600 ☐ 0601～0700 ☐ 0701～0800
☐ 0801～0849

【単文出力】 回答数:15個

116-麺が太いのから細いのが選べるのがうれしいですが麺がくっついていたのが残念。

【メール送信コピペ用フォーム】

宛先：nao@shirai.cs.waseda.ac.jp
件名：[exp]単文評価実験

101:1,102:1,103:1,104:-1,105:-1,106:1,107:-1,108:-1,109:1,110:-1,111:1,112:-1,113:1,114:1,115:1,

図 2: 有益単文評価サイト (評価中)

付録 B システム評価アンケートシート

システム評価アンケートシートを図 3 に示す。アンケートは 5 段階評価になっており、

1. 有益な情報が十分に提示されたか
2. 意外性／面白い情報が提示されたか
3. システムの操作性
4. システムの満足度

の 4 つの項目からなる。

提案システム、既存システムともに上記項目の記入欄を設けている。また、被験者の情報を得るために「年齢性別」「iPhone 使用経験」「馬場周辺の知識」についての記述欄も設けている。さらに、システムの使用感想を収集するために自由記述欄も設けた。これにより、被験者から様々な意見を得ることができ、今後のシステム構築にフィードバックしていくことが可能となる。このシステム評価アンケートシートは実験終了直後に被験者に記入してもらった。

ハンズフリー、アイズフリーシステム 評価シート

I. 有益な情報が十分に提示されたか？

1. 全然提示されなかった
2. あんまり提示されなかった
3. 可もなく不可もなく
4. まあまあ提示された
5. 十分に提示された

II. 意外性／面白い情報が提示されたか？

1. 全然提示されなかった
2. あんまり提示されなかった
3. 可もなく不可もなく
4. まあまあ提示された
5. 十分に提示された

III. システムの操作性はどうだったか？

1. 全然使い易くない
2. あまり使い易くない
3. 普通
4. まあまあ使い易い
5. とても使い易い

IV. システム満足度はどうだったか？

1. 全然満足できなかった
2. あまり満足できなかった
3. 普通
4. まあまあ満足
5. とても満足

性別&年齢	(歳)
iPhone 使用経験	あり ・ なし
馬場周辺の知識	あり ・ なし

	I	II	III	IV
提案システム				
既存システム				

○自由記述欄

--

図 3: システム評価アンケートシート

謝辞

本研究を行うにあたり、御指導をいただいた白井克彦教授に深く感謝致します。

また、本研究を進める上で幾度となく的確なアドバイスや指導をくださった樽松明先生、東山三樹夫教授、米山正秀先生、村上真准教授、小坂直敏教授、大川茂樹准教授には大変感謝しております。

博士課程の宮島さんには、研究的内容的に対してアドバイスを頂き、また原稿のチェックを行って頂くなど大変感謝しております。同じく博士過程の久保さんには、研究の方向性および技術的なアドバイスを頂き大変感謝しております。また、客員研究助手の谷口さんにも度々お世話になり、深く感謝しております。

また、研究室同期の植草くん、小川くん、草野くん、小柴くん、端さん、峰村くんらとはお互いに励まし合いながら研究を進めていくことができ、感謝しております。研究室の後輩の勝山くん、真保さん、鈴木さん、西野さん、船戸くんにも実験の被験者となつてもらい、とても助けられました。外部の方々としては、私の就職先である野村総合研究所の内定者同期の方々にも実験の被験者となつていただき、また他大学院生として別の視点からの貴重なアドバイスを頂き、感謝しております。ここに書ききれなかった皆さんにも、色々とお世話になりました。深く感謝いたします。

最後に、学生生活・研究生生活を支援し見守ってくださった家族に感謝いたします。

2010年2月

菅原 尚也